

Japanese Patent Laid-open Publication No. 2002-257927 A

Publication date : September 11, 2002

Applicant : NATL INST FOR LAND & INFRASTRUCTURE MANAGEMENT
MLIT

5 Title : Millimeter wave sensor signal processing method

(57) [Abstract]

[Object] To provide a millimeter wave sensor signal processing method capable of reducing the occurrence of an erroneous pairing due to the
10 influence of high and low changes in rain, fog, and temperature, and unnecessary reflection (background) or interference.

[Means] In a millimeter wave sensor signal processing, long time background data and short time background data are held. Frequency and power amplification rate are obtained from the long time background data and
15 the short time background data. Data additionally input is amplified using the amplification rate, thereby to correct the data. A multi-value threshold value is generated using the long time background data. A threshold value processing is carried out and a peak detection is carried out using the multi-value threshold value. A labeling according to a frequency is carried out
20 using the detected peak. Attributes such as a barycentric frequency, a barycentric direction, an average frequency, and an average direction of a label obtained according to the labeling are obtained. A pairing is carried out by searching a corresponding label along the barycentric direction of the label using the barycentric direction.

25

[0006] According to the invention described claim 2, frequency and power amplification rate are obtained from the long time background data and the short time background data in the invention described in claim 1. A correction value as a conversion coefficient of an expansion and condensation

5 (attenuation, amplification) in the power direction and the frequency direction of the long time data and the short time data is obtained.

[0007] According to the invention described in claim 3, data additionally input is amplified using the amplification rate in the invention described in claim 2.

In order to correct high and low changes in rain, fog, and temperature, the
10 additional input data is spread or compressed in the rising sector and declining sector using the conversion coefficient.

[0008] According to the invention described in claim 4, a multi-value threshold value is generated using the long time background data in the invention described in claims 1 to 3. The multi-value threshold value is generated using
15 the long time background data.

[0009] According to the invention described in claim 5, a threshold value processing is carried out and a peak detection is carried out using the multi-value threshold value in the invention described in claim 4. A slice processing and a power peak detection of the input data that is spread or
20 compressed using the multi-value threshold value in claim 4 are carried out in the rising sector and the declining sector. In other words, the background data is obtained, and the threshold value is prepared and the slice processing is carried out based on the obtained background data, thereby to reduce erroneous pairings that occur due to the influence of an unnecessary reflection
25 in the background.

[0010] According to the invention described in claim 6, the labeling is carried out using the detected peak in the invention described in claim 5. The peak detection result in claim 5 is developed to a two-dimensional memory of the frequency. The peak labeling processing is carried out in the rising and declining sectors respectively. The result is developed to the two-dimensional memory of direction and frequency. In other words, by focusing attention to the fact that the peak that occurs due to the interference or the like occurs only in a narrow range, the labeling is carried out to check this characteristic, a wide or narrow level of the range is checked, and only the narrow range is removed.

10 [0011] According to the invention described in claim 7, attributes such as a barycentric frequency, a barycentric direction, an average frequency, and an average direction of the label obtained according to the labeling are obtained. Attributes such as a barycentric frequency, a barycentric direction, an average frequency, an average direction, and average reception power of the labeled peak data are obtained in the rising and declining sectors respectively in the invention described in claim 6. According to claim 7, a comprehensive pairing is carried out to reduce erroneous pairings.

15 [0012] According to the invention described in claim 8, a pairing is carried out by searching a corresponding label along the barycentric direction of the label using the barycentric direction in the invention described in claim 7.

20 According to the invention described in claim 9, the reception power is used to confirm a pair at the time of carrying out the pairing in the invention described in claim 8. In claims 8 and 9, the two-dimensional memory of the other result (the downward direction when the rising label is used, and the upward direction when the declining label is used) is searched from a small frequency along the

25

barycentric direction or the average direction of the label using these directions. The one of which attribute such as the reception power is similar and that is not paired with the other and that is first found is processed as a pair. In claims 8 and 9, by carrying out a comprehensive pairing, erroneous pairings can be
5 reduced.

[0013] According to the invention described in claim 10, the reception power of a power peak between peaks and reception power at the trough between the peaks detected by the threshold value processing are judged, and a large vehicle is recognized, in the invention described in claim 5 or 9. The
10 frequency and power relation in the rising and declining sectors is checked at a measuring point at which directions coincide in the measured distance and speed and the distance is close. Based on this, whether the vehicle is a large vehicle is checked. In other words, by focusing attention to the fact that a large vehicle has a plurality of power peaks but has larger inter-peak power
15 than the power received from the road, it is possible to recognize that there is one vehicle. A label that is close to a predetermined distance is extracted. By looking at the power between the labels, when the trough is shallow, the vehicle is decided as a large vehicle.

[0014] According to the invention described in claim 11, an apparatus that
20 achieves claims 1 to 10 is provided in the signal processing of the millimeter wave sensor installed on the road. The millimeter wave sensor signal processing is carried out in real time.

[0015]

[Embodiments of the invention]

25 One embodiment of the present invention will be explained below with

reference to the drawings. Fig. 1 is an explanatory diagram that illustrates a basic processing flow to achieve the present invention. Fig. 2 is a configuration diagram (a measurement image) that illustrates an example of the installation of the millimeter wave sensor to which the present invention is applied. Fig. 3 is a block diagram that illustrates the configuration of the millimeter wave sensor. In other words, as shown in Fig. 2, a millimeter wave sensor 1 is disposed at a height such as an electric pole that is provided at a road shoulder 2, and scans a vehicle 4 that runs on the road with a fan-shaped (oblong) beam at a predetermined angle, thereby to detect the vehicle 4 or an obstacle. Electric poles 5 and 6 and a traffic sign 7 that are provided at the road shoulder 2 are detected as background data. As shown in Fig. 3, the millimeter wave sensor 1 broadly has a sensor section 9, a scanner section 10, and a control signal processing and detection processing section 11. As described above, by using the millimeter signal, a distance and a speed to an object such as the vehicle 4 and the electric poles 5 and 6 can be obtained. Further, by carrying out the scanning, a dimension of direction increases. Therefore, outputs from the millimeter wave sensor 1 are distance, speed, and direction. An upper computer or the like can execute total control and total management of the obtained information.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-257927
(P2002-257927A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 S 13/34
13/91

識別記号

F I

G 0 1 S 13/34
13/91

テマコード* (参考)

5 J 0 7 0
Z

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-61656(P2001-61656)

(22) 出願日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(71) 出願人 501198039

国土交通省 国土技術政策総合研究所長
茨城県つくば市大字旭1番地

(72) 発明者 石井 聡

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100071478

弁理士 佐田 守雄

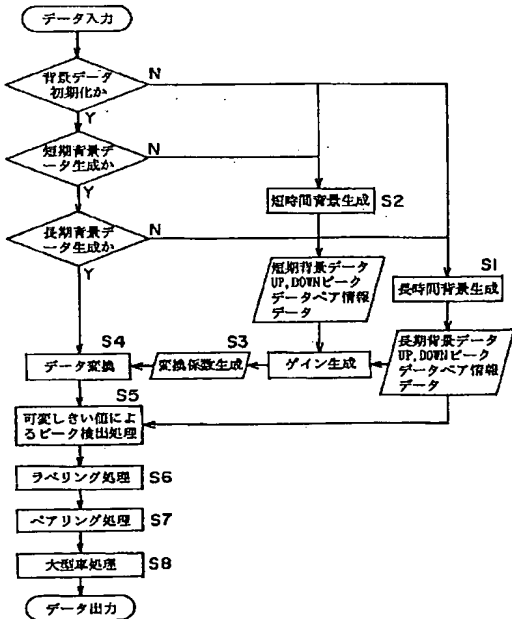
Fターム(参考) 5J070 AB19 AB24 AC02 AC06 AD01
AED1 AF01 AH25 AH35 AH39
AK22

(54) 【発明の名称】 ミリ波センサの信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】 雨、霧、気温の高低変化や不要反射（背景）や干渉の影響により発生する誤ベアリングの発生を低減することができるミリ波センサの信号処理方法を提供する。

【解決手段】 ミリ波センサの信号処理において、長時間背景データと短時間背景データとを有し、これら長時間・短時間背景データから周波数と電力の増幅率を求め、この増幅率を用いて新たに入力されたデータを増幅することにより補正を行い、長期背景データを用いて多値しきい値を生成し、この多値しきい値を用いて、しきい値処理を行うとともにピーク検出を行い、検出されたピークを用いて周波数に応じたラベリングを行い、このラベリングにより求めたラベルの重心周波数、重心方向または平均周波数、平均方向などの属性を求め、ラベルの重心方向を用いて、その方向に沿って対応するラベルの探索によりベアリングを行う。



本特許の基本的な処理フロー

【特許請求の範囲】

【請求項1】 道路に設置したミリ波センサの信号処理において、長時間背景データと短時間背景データを有することを特徴とするミリ波センサの信号処理方法。

【請求項2】 前記長時間背景データと短時間背景データから周波数と電力の増幅率を求めることを特徴とする請求項1に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項3】 前記増幅率を用いて、新たに入力されたデータを増幅することにより補正を行うことを特徴とする請求項2に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項4】 前記長期背景データを用いて多値しきい値を生成することを特徴とする請求項1～3に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項5】 前記多値しきい値を用いて、しきい値処理を行うとともにピーク検出を行うことを特徴とする請求項4に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項6】 前記検出されたピークを用いてラベリングを行うことを特徴とする請求項5に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項7】 前記ラベリングで求めたラベルの重心周波数、重心方向または平均周波数、平均方向などの属性を求めることを特徴とする請求項6に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項8】 前記ラベルの重心方向または平均方向を用いて対応するラベルの探索によりベアリングを行うことを特徴とする請求項7に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項9】 前記ベアリング時、受信電力をベアであるかの認識に用いることを特徴とする請求項8に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項10】 しきい値処理により検出されたピーク間においての電力の隔差を判定し、大型車両と認識することを特徴とする請求項5または9に記載のミリ波センサの信号処理方法。

【請求項11】 道路に設置したミリ波センサの信号処理において、請求項1～10を実現する装置を備えることを特徴とするミリ波センサの信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、道路上に設置し、道路の状況を観測するミリ波センサにおいて、このミリ波センサの信号処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、道路の状況を観測するためにミリ波センサが利用されており、このミリ波センサのレーダ方式としては高精度なFMCW方式(Frequency-Modulated Continuous Waves)が採用されている。以下、FMCWのレーダ方式について図24、25、26を参照して簡単に説明する。ここで、図24、25は計測する対象物が電柱や交通標識などの静止物であり、図26は計測する対

象物が道路上を移動する走行車両などを例にした波形図(変調と時間とのグラフ図)である。また、これらの波形図において、波形の立上がり区間を上昇区間とし、立下がり区間を下降区間とし、送信波と受信波との周波数差を f_r とし、ドップラシフトを f_d とし、対象物までの距離である飛行時間を S としている。そして、飛行時間 S より対象物までの距離 D を、また、ドップラシフト f_d より対象物の速さ V をそれぞれ所定の算出式(図24、26参照)より求めることができる。すなわち、従来のFMCW方式を用いたミリ波センサの信号処理は、

(1) ミリ波発信器により、ミリ波を道路上を走行する車両や電柱などの計測対象物に対して発信し、この場合、三角波変調を施した送信信号を用い、その受信信号からビート信号(周波数)の生成を行い、(2) 送信信号の上昇区間と下降区間それぞれにフーリエ変換で周波数領域に変換し、速度 V と距離 D を同時に検出するものである。(3) また、ここでの処理方法としては、上昇区間と下降区間との受信電力ピークの対応を調整するベアリングにより行われる。具体的に、このピークベアリング方法とは、それぞれの電力値の近いものをベアリングする調整方法のことである(詳細は、「改訂、レーダ技術：電子情報通信学会」に記載されている。)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前記のような従来のミリ波センサの信号処理方法の場合には、以下のような問題がある。すなわち、上述したように従来のミリ波センサの信号処理方法におけるピークベアリング方法は電力値が近いものをベアリングする方法であった。ところが、その処理は1方向のみで行っていたので、雨、霧、気温の高低変化により、受信電力や周波数が拡縮(減衰、増幅)したり、不要反射(背景)や干渉の影響により誤ベアリングを起こすことがあるという問題があった。

【0004】 そこでこの発明の目的は、前記のような従来のミリ波レーダの信号処理方法のもつ問題点を解消し、雨、霧、気温の高低変化により、受信電力や周波数が拡縮(減衰、増幅)したり、不要反射(背景)や干渉の影響により発生する誤ベアリングを新たに開発した手法で低減することができるミリ波センサの処理方法を提案するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、前記のような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、道路に設置したミリ波センサの信号処理において、長時間背景データと短時間背景データを有することに特徴がある。ミリ波センサにおいては、雨、霧、気温の高低変化により、受信電力や周波数が拡縮する。このため、まず、拡縮量を測定するために長時間と短時間の上昇区間・下降区間それぞれの背景データを、それぞれ更新周期を変え、一種のローパスフィルターを用いて生成するも

のである。

【0006】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記長時間背景データと短時間背景データから周波数と電力の増幅率を求めることに特徴があり、長時間データと短時間データの電力方向と周波数方向における拡張（減衰、増幅）の変換係数である補正値を求めるものである。

【0007】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記増幅率を用いて、新たに入力されたデータを増幅することにより補正を行うことに特徴があり、雨、霧、気温の高低を補正するため、新たに入力されたデータを前記変換係数を用いて上昇区間・下降区間それぞれで拡張するものである。

【0008】請求項4に記載の発明は、請求項1～3に記載の発明において、前記長期背景データを用いて多値しきい値を生成することに特徴があり、多値しきい値を長時間背景データを用いて生成するものである。

【0009】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明において、前記多値しきい値を用いて、しきい値処理を行うとともにピーク検出を行うことに特徴があり、請求項4における、多値しきい値で拡張を施した入力データのスライス処理・電力ピーク検出を上升・下降区間それぞれで行うものである。すなわち、背景データを取得し、それを元にしきい値の作成、スライス処理を行うことにより背景による不要反射の影響で生じる誤ペアリングの低減を行うものである。

【0010】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の発明において、前記検出されたピークを用いてラベリングを行うことに特徴があり、請求項5におけるピーク検出結果を方向と周波数の2次元メモリーに展開し、ピークのラベリング処理を上升・下降区間それぞれで行い、その結果を方向と周波数の2次元メモリーに展開するものである。すなわち、干渉などで生じるピークは、狭い範囲でしか起こらないことに着目し、この特性を調べるためにラベリングを行い、範囲の広狭を調べ、狭い範囲を除去する処理を行うものである。

【0011】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の発明において、前記ラベリングで求めたラベルの重心周波数、重心方向または平均周波数、平均方向などの属性を求めることに特徴があり、ラベリングされたピークデータの重心周波数、重心方向または平均周波数、平均方向、平均受信電力などの属性を上升・下降区間それぞれで求めるものである。この請求項7では大局的なペアリングを行うことによって誤ペアリングを低減する作用がある。

【0012】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の発明において、前記ラベルの重心方向または平均方向を用いて、その方向に沿って対応するラベルの探索によりペアリングを行うことに特徴がある。また、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の発明において、前記

ペアリング時、受信電力をペアであるかの認識に用いることに特徴があり、これら請求項8、9ではラベルの重心方向または平均方向を用いて、その方向に沿って、周波数の小さいほうから他の（上昇のラベルを用いる場合は、下降の、また下降ラベルを用いる場合は、上昇の）結果の2次元メモリー上を探索し、受信電力などの属性が似通っているもので、他とペアリングされていない最初に見つかったものをペアとする処理を行うものである。これら請求項8、9においても大局的なペアリングを行うことによって誤ペアリングを低減する作用がある。

【0013】請求項10に記載の発明は、請求項5または9に記載の発明において、しきい値処理により検出されたピーク間における電力ピークの受信電力とピーク間の谷の受信電力値を判定し、大型車両と認識することに特徴があり、計測された距離速度で方向が一致し、距離も近傍である計測点のものの上昇・下降区間の周波数・電力関係を調べ、大型車かどうかを判断するものである。すなわち、大型車両は電力ピークが複数であるが、ピーク間の電力が道路からの受信電力よりも大きいことに着目して、車両1台と認識できる作用があり、所定の定義した値の距離に近いラベルを抽出し、ラベル間の電力を見て、その谷が浅い場合は大型車と判断するものである。

【0014】請求項11に記載の発明は、道路に設置したミリ波センサの信号処理において、請求項1～10を実現する装置を備えることを特徴とするもので、リアルタイムでミリ波センサの信号処理を行うものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明を実現するための基本的な処理フローを示す説明図であり、図2は本発明が適用されるミリ波センサの設置例を示す構成図（計測イメージ）である。また、図3はミリ波センサの構成を示すブロック図である。すなわち、図2に示すように、ミリ波センサ1は道路2の路肩に設けられた電柱3などの高所に設置されており、道路上を走行する車両4に対してファン状（長円状）のビームを所定の角度で走査（スキャニング）させることにより道路上を走行する車両4や障害物などを検出することができる。また、道路2に路肩に設けられた電柱5、6及び交通標識7は背景データとして検出される。そして、図3に示すようにこのミリ波センサ1は大きく分けてセンサ部9、スキャン部10、制御・信号処理・検出処理部11とを有しており、前述したようにミリ波信号を用いることにより、車両4や電柱5、6などの対象物までの距離、速度を得ることができる。また、走査を行うことにより、方向という次元が増える。従って、ミリ波センサ1からの出力は距離・速度・方向である。そして、このようにして、得られた情報は上位コンピュータ装置などにより全体制御

及び総合的な管理を行うことができる。

【0016】以下、図1及び各図を参照して本発明の詳細を説明する。図1は、本発明に係るミリ波センサの信号処理方法の基本処理を説明するためのフローチャートを示している。すなわち、本フローチャートに示すように本発明のミリ波センサの信号処理方法は大きく分けて長時間背景生成(S1)、短時間背景生成(S2)、変換係数生成(S3)、データ変換(S4)、可変しきい値によるピーク検出処理(S5)、ラベリング処理(S6)、ペアリング処理(S7)、大型車処理(S8)という8つの処理(S1～S8)を行うことに特徴がある。以下、これら各処理について詳細に説明する。

【0017】(1) 長時間背景生成：S1

図4は背景生成の処理フローを説明する図である。ここでの入力データとしては、方向と、上昇・下降区間のフーリエ変換(電力)による結果である。すなわち、まず、一方向ずつ上昇区間と下降区間の総電力を求める。この総電力の算出は周波数区間で積分する。その後、求められた上昇区間と下降区間の総電力を比較し、いずれか一方の小さい値を大きい値で割ることにより、その増幅率(ゲイン)を求める。そして、求めた増幅率を使って総電力の小さい値の区間側の電力を増幅し、総電力を等しくする(具体的には、値の大きい方に一致させる)。次いで、それを方向と周波数の2次元のメモリアレイ上に、対応する方向と周波数の箇所に電力値を書き込む。ここで、書き込んだメモリアレイを、 t 時間の最新の入力データ W_t とする(図中、上付文字 t は時間を、 β は更新係数を表す)。次に、過去の入力データと過去の背景データ M を用いて、背景データ M を更新する処理を行う。また、今回は図4に示すように1次の巡回型フィルタを用い、このフィルタを用いてメモリアレイ全面に施す。なお、本実施形態では1次の巡回型フィルタを用いたが、次数は1次に限定するものではなく、もっと高次でもかまわないし、フィルタの型も非巡回型でもかまわない。また、生成タイミングにおいての背景データ初期化期間は、数msから数十秒の間で、長期背景データ生成時は、数十分間から数十時間の間で行う(1日に1回程度の測定)。

【0018】図5は、上述した長時間背景生成により生成された結果のイメージを示している。この図5は、上昇区間、下降区間のデータを3次元データ(受信電力 E 、方向 θ 、周波数 f)として表したグラフであり、図2の計測シーンを測定したものをイメージしている。図5に示すように、電柱5、6や交通標識7などがミリ波センサ1の見える方向及び距離に対する周波数位置に、それぞれ背景データの電力ピークとして現れていることがわかる(電柱5が P_{up2} 、 P_{down5} 、電柱6が P_{up0} 、 P_{down3} 、交通標識7が P_{up1} 、 P_{down4} にそれぞれ対応する)。そして、これら電柱5、6や交通標識7は背景(静止物)であるので上昇・下降区間の両方と

も同位置にピークが現れていることがわかる。

【0019】(2) 短時間背景生成：S2

基本的には、この短時間背景生成においても長時間背景生成と同じであり、その相違は生成タイミングであり、数msから数十秒の間で行う(数時間に1回程度の測定)。また、フィルタの係数、次数なども違う場合がある。生成された上昇区間の短期データの結果のイメージを図6に示す。この図6は、長時間背景生成と同様に図2の計測シーンを測定したものをイメージしている。図6に示すように、電柱5、6や交通標識7などがミリ波センサ1の見える方向及び距離に対する周波数位置に、それぞれ背景データの電力ピークとして現れていることがわかる(電柱5が P_{sup2} 、電柱6が P_{sup0} 、交通標識7が P_{sup1} にそれぞれ対応する)。なお、この場合、生成するデータは短時間であるため車両の存在により他のピーク(図中、 P_{sup3})が現れることもある。

【0020】(3) 変換係数生成：S3

図7は変換係数生成(ゲイン)の概念を示す説明図である。まず、第1に長時間データの上昇・下降区間それぞれのピークを検出する。ここで、ピーク検出方法は周波数方向に電力を差分(微分)し、差分値が正から負に変化する点をピークとする。それらを全方向に対して行う。第2に電力の高い方から、数個～数十個程度のピーク点を選択する。第3に短時間データの上昇・下降区間から長期データと同じ対象物(電柱などの道路構造物)のピークを探索する。これにより、図7(a)の α - α' 矢視図に示すように f_{up0} 、 f_{up1} が検出され、それに同じ方向の図7(b)における短時間背景データの方角(α_2 - α_2' 矢視図)を探索し、 f_{sup0} 、 f_{sup1} を求める。第4にそれぞれのピークが $f_{up*} = f(f_{sup*})$ になるような近似関数 f を最小2乗法などを用いて求める。これにより、温度の高低などによって生じる周波数の拡張を補正することができる。なお、このときの次数は1次以降ならいくつでも良く、さらに、このとき求められた近似関数の係数を周波数方向の変換係数とする。

【0021】第5にそれぞれの対応するピークの電力を使って、周波数と同様に $E_{up*} = g_{up}(E_{sup*})$ または $E_{down*} = g_{down}(E_{down*})$ になるような近似関数 g_{up} 、 g_{down} を求める。これにより、霧、雨、雪などにより生じる電力の拡張を吸収して補正することができる。そして、これを電力方向の変換係数とし、周波数と電力の変換係数を合わせて、単に変換係数とよび蓄積する。なお、「*」は、「1～」の検出されたピークの周波数値を表す値である。

【0022】(4) データ変換：S4

前述した上記の変換係数を用いて、入力データを変換する。このデータを変換入力データと呼ぶ。

【0023】(5) 可変しきい値によるピーク検出処理：S5

図8は可変しきい値作成の概念(1)を示す図であり、

(a) は電力からのしきい値作成を、(b) はしきい値処理をそれぞれ示している。ここで、図8(a)の実線は、長期背景データにおける上昇区間の $\alpha-\alpha'$ 矢視の電力グラフであり、破線は生成されたしきい値を示している。すなわち、作成されるしきい値は、「電力値+電力値h」によって決めた加算値である。ここで、電力値hとはその電力値によって、加算する値が違うイメージを示すものであり、hは入力された電力によりオフセット電力値を出力する関数を表す。この加算値は、一般に電力値が大きいと小さく、電力値が小さいと大きい。このようなしきい値を全ての方向に対して生成する。また、上述した可変しきい値処理は下降区間に対しても同様に作成する。図10は可変しきい値によるピーク検出処理のフローを示すものである。この図10に示すように、可変しきい値の作成時には長期背景データ、上昇・下降区間ピークデータ、ベア情報データが入力され、この可変しきい値の作成後にはしきい値処理が行われ、次いで、ピーク検出処理が行われる。

【0024】図9には、前述した図8とは別の可変しきい値作成の概念(2)を示している。このうち、(a) は区間分けを、(b) は電力からのしきい値作成を、(c) はしきい値処理をそれぞれ示すグラフであり、このグラフは上昇区間における長期データの $\alpha-\alpha'$ 矢視の周波数と電力のグラフである。すなわち、まず、スライス1より小さい電力の周波数範囲(範囲C)、スライス2とスライス1の間の電力の周波数範囲(範囲B)、スライス2よりも大きい電力の範囲(範囲A)に分類する。そして、そのときのしきい値は、以下の「数1」「数2」「数3」により分類される。

【0025】

【数1】スライス1>電力Eのとき(範囲C)

しきい値=スライス1

【0026】

【数2】スライス1 \leq 電力E<スライス2のとき(範囲B)

しきい値=その電力値E+加算値

【0027】

【数3】スライス2 \leq 電力Eのとき(範囲A)

しきい値=その電力値 \times (1+重み値)

【0028】以上のように、上記「数1」「数2」「数3」に示すように全方向に対してしきい値を生成する。そして、生成した電力からのしきい値作成イメージが図9(b)である。また、同様に下降区間に対してもしきい値作成を行い、このようにして計測範囲の可変しきい値を作成する。さらに、上記と並行して、一方向ずつ、上昇区間と下降区間の総電力を求める(周波数区間で積分する)。その後、上昇と下降の総電力を比較し、このうちの小さい値を大きい値で割るを行い、増幅率(ゲイン)を求める。そして、求めた増幅率を使って総電力の小さい値の区間側の電力を増幅し、総電力を等しくす

る。この処理を全方向について行う。2番目に上記で生成したしきい値を用いて、しきい値処理を行う。そのイメージについては、図8(b)及び図9(c)に示す。その後、しきい値以上の領域でピーク検出を行う。ここでのピーク検出方法は、周波数方向による電力の微分値(差分値)が正から負に変わる周波数値の検出である。

【0029】(6)ラベリング処理：S6

図13はラベリング処理フローを示す図であり、処理手順としては領域分割処理、孤立点除去処理、ラベル処理(周波数、方向が近傍のものを1つのラベルとする)により行われる。また、図11は実際のラベル処理のイメージを示すものであり、まず、1番目にグループ化して領域を分割する。そして、この図11の上昇区間で説明すると、ピークが1点の領域が4カ所、ピークが8点の領域が1カ所の5カ所に分割される。図11の下降区間では、ピークが1点の領域が3カ所、ピークが3点の領域が1カ所、ピークが4点の領域が1カ所の計5カ所に分割される。そして、2番目に孤立点除去処理において、ある定義された点数より狭い範囲を除去することが行われる。例えば、2点より狭い範囲を除去とすると上昇区間は4カ所、下降区間は3カ所となる。3番目に、領域を識別するためにラベルを付与し、同じグループの属性を求め、これに対して、図12のラベル属性のデータ構造のイメージに示すようなデータ構造の配列に属性を蓄積する。

【0030】(7)ベアリング処理：S7

図14はベアリング処理の処理フローを示すものであり、図15~20はベアリング処理概念を示すものである。そして、このベアリング処理は上昇区間ラベルソート処理、下降区間ラベル探索処理、上昇個々ベアリング処理、下降区間ラベルソート処理、上昇区間ラベル探索処理、下降個々ベアリング処理、ベアリング結果ラベリング処理の7個の処理(①~⑦)により行われる。以下、これら処理の詳細について説明する。

【0031】① 上昇区間ラベルソート処理

上昇区間のラベルを周波数の小さい順番(図の下から)にソートする。図15では、上昇区間のラベルは、1つなのでそのままになる。

② 下降区間ラベル探索処理

下降区間のラベル探索処理を行う。図15に示すように、まず、1番目にソートされた順番に上昇区間のラベルで作業を行う。今回は上昇区間のラベルは1つなので、ラベル0の平均方向、周波数(重心方向、周波数)で下降区間にてプロットする(星マーク)。2番目に許容速度によって決まる範囲の低い周波数から平均方向(重心)に沿ってラベルがないかを探索していく。この例では、ラベルがないので探索処理を抜ける。

③ 上昇個々ベアリング処理

図15の例では、対のベアが見つからなかったため、なにも処理を行わない。なお、処理内容は、下降個々ベアリ

ング処理と同様である。

④ 下降区間ラベルソート処理

この下降区間のラベルソート処理は、上昇区間のラベルを全て探索した場合に行われる処理で、下降区間のラベルを周波数の小さい順番にソートする。図16では、下降ラベル0, 1という順になる。

⑤ 上昇区間ラベル探索処理

上昇区間のラベル探索処理を行う。図16に示すように、まず、1番目にソートされた順番に下降区間のラベルで作業を行う。今回は2つなので、まず、ラベル0の平均方向、周波数（重心方向、周波数）で下降区間にプロットする（星マーク）。2番目に許容速度によって決まる範囲の低い周波数から平均方向（重心）に沿ってラベルがないかを探索していく。図16では、上昇ラベル0が見つかるため、そこで受信電力がほぼ一致するかを確認する。この確認により、受信電力がほぼ一致する場合、ペアになるラベルを検出として次の処理に進む。

⑥ 下降個々ペアリング処理

図17の例では、下降ラベル0の個々のピーク点（0～3）と同じ方向に上昇区間のラベル0にピーク点があるかを探す。そして、ピーク点がある場合は、対にし、図17に示すように互いに対するラベルとラベル内のピーク番号を書き込む。実際には、前述した図12のラベル属性データに書き込む。この後、ラベル内のピーク点数割るペアが成立した点数でペア割合を計算し、このペア割合を格納する。また、ペア割合が一定以上になった場合は、このラベルのペアリングは終了したとして、フラグに終了フラグをたてる。図17を例にした場合には、下降ラベルのペア割合が1なのでペアフラグを終了にする。一方、上昇ラベル0は4/8なのでまだ終了フラグをたてない。以上の⑤、⑥の処理は、下降ラベルの個数だけ繰り返す。また、図18, 19は、下降ラベル1についてのイメージ図である。これらの処理が終了すると、上昇ラベル0のペア割合は、7/8になり、ペアフラグが終了になっている。

⑦ ペアリング結果ラベリング処理

このペアリング結果ラベリング処理は、下降区間のラベルを全て探索した場合に行われる処理で、上昇ラベル0と下降ラベル0の組合せで得られた個々のペアリングで方向・距離・速度を求める。また、上昇ラベル0と下降ラベル0の組合せで得られた上記の計測点は同じグループからとし、新たに計測ラベル0というラベルを振る。同様に上昇ラベル0と下降ラベル1の組合せから計測ラベル1が得られる。これは、図2の車両を表す。すなわち、図20により車両が対向してすれ違う様子を認識することができる。

【0032】(8) 大型車処理：SS

図23は大型車処理のフローを示す図であり、ラベル間距離計算、短距離ラベル抽出、大型車両かの判断処理、ラベル結合処理により行われる。また、図21, 22にその概

要図を示すもので、図22は図21における $\alpha 3-\alpha 3'$ 矢視のしきい値グラフである。すなわち、トラックなどの大型車の場合には図21に示すようにピークの固まりが複数（図21では、2つ）に見えることがよくある。そこで、この大型車処理ではまず、計測ラベル間の平均位置を使って、距離を求める。この距離がある定義した値（例えば、10m以下など）より近いラベルを図21に示すように抽出する。この後、このラベル間の電力を調べる。すなわち、大型車両は電力ピークが複数であるが、ピーク間の電力が道路からの受信電力よりも大きいという、大型車両は一般的にラベル間の電力差である谷が浅いので、谷の高低をみて、谷が低い場合は大型車と判定するものである。

【0033】

【発明の効果】本発明は上記のようであって、ミリ波センサの信号処理方法において、雨、霧、気温の高低変化により、受信電力や周波数が拡張（減衰、増幅）した場合であっても、また、不要反射（背景）や干渉の影響によっても誤ペアリングを低減することができるという効果がある。また、走行中の大型車を正確に判定することにより車両1台の認識を確実にし、認識精度の向上を図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な処理フローを示す構成図である。

【図2】ミリ波センサによる計測シーンを示す構成図である。

【図3】ミリ波センサの構成図である。

【図4】背景の更新フローを示す説明図である。

【図5】上昇・下降区間における長期背景の周波数・方向・電力を示すグラフ図である。

【図6】上昇区間の短期背景データを示すグラフ図である。

【図7】ゲイン生成の概要を示す図であり、(a)は長時間背景データの $\alpha-\alpha'$ 矢視図、(b)は短時間背景データの $\alpha 2-\alpha 2'$ である。

【図8】(a)は電力からのしきい値作成を、(b)はしきい値処理をそれぞれ示すしきい値作成の概念図(1)である。

【図9】(a)は区間分けを、(b)は電力からのしきい値作成を、(c)はしきい値処理をそれぞれ示すしきい値作成の概念図(2)である。

【図10】可変しきい値によるピーク検出処理のフロー図である。

【図11】ラベル処理のイメージを示す図である。

【図12】ラベル属性のデータ構造のイメージを示す図である。

【図13】ラベル処理フローを示すフロー図である。

【図14】ペアリング処理フローを示すフロー図である。

【図15】下降区間ラベル探索処理の概念を示す図であ

る。

【図16】上昇区間ラベル探索処理概念を示す図である(1)。

【図17】個々のペアリング処理概念を示す図である(1)。

【図18】上昇区間ラベル探索処理概念を示す図である(2)。

【図19】個々のペアリング処理概念を示す図である(2)。

【図20】ペアリング結果のラベリング処理概要を示す図である(1)。

【図21】大型車処理の概要を示す構成図である。

【図22】大型車処理の概要を示すグラフ図である。

【図23】大型車処理の処理フローを示すフロー図である。

【図24】FMCWレーダの基本を説明する図である(対象は静止物)。

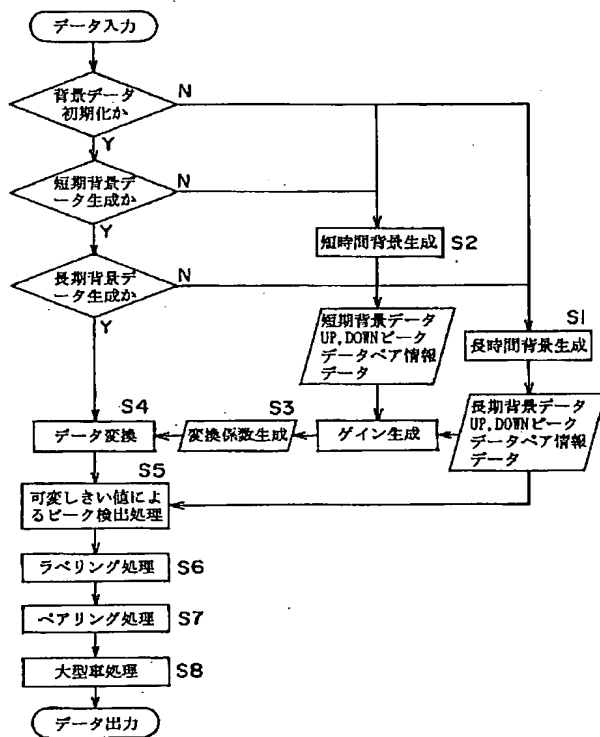
【図25】同波形図である。

【図26】FMCWレーダの基本を説明する図である(対象は走行車両)。

【符号の説明】

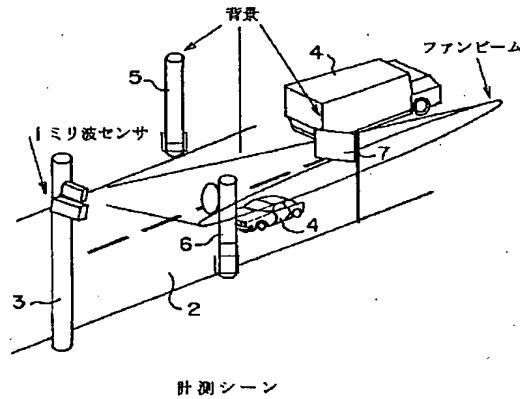
- 1 ミリ波センサ
- 2 道路
- 3, 5, 6 電柱
- 4 車両
- 7 交通標識
- 9 センサ部
- 10 スキャン部
- 11 制御・信号処理・検出処理部

【図1】

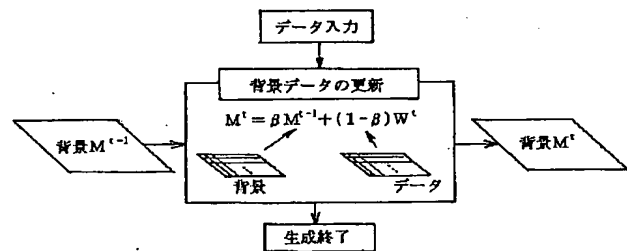


本特許の基本的な処理フロー

【図2】

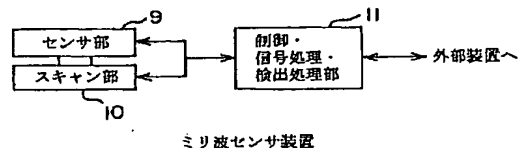


【図4】



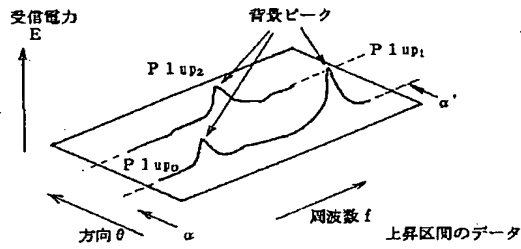
背景の更新フロー

【図3】

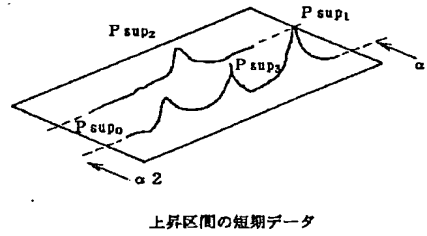


ミリ波センサ装置

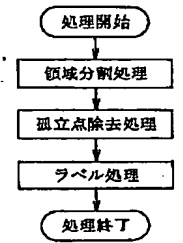
【図5】



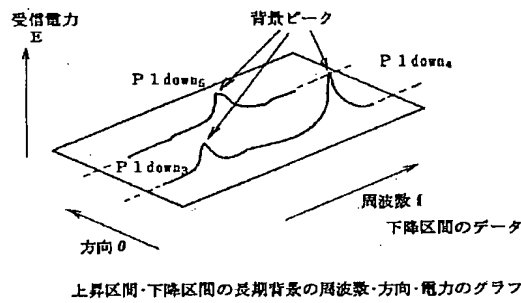
【図6】



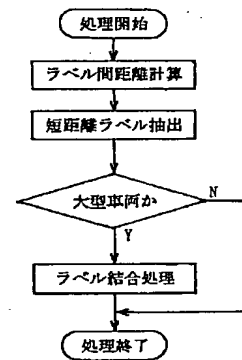
【図13】



ラベル処理フロー

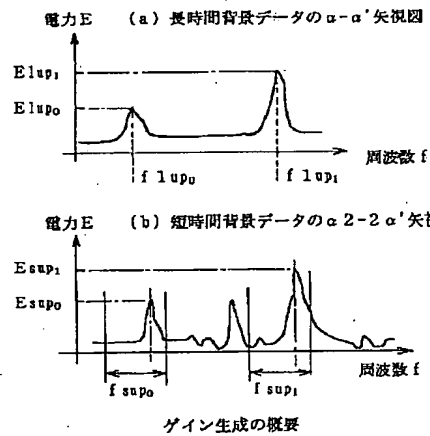


【図23】

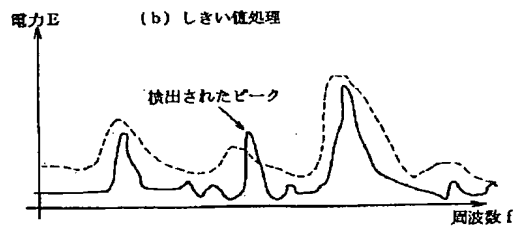
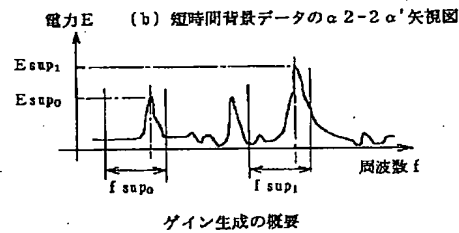
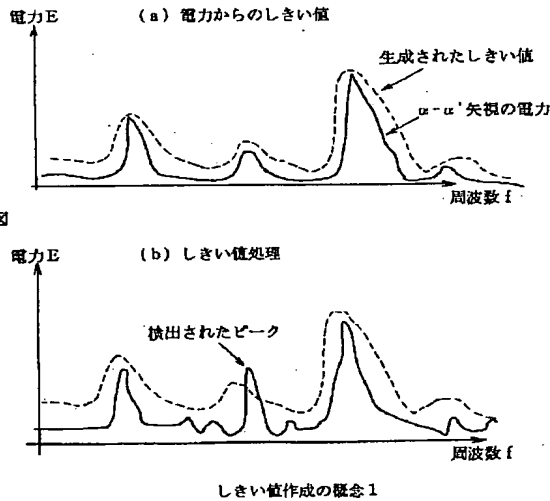


大型車処理の処理フロー

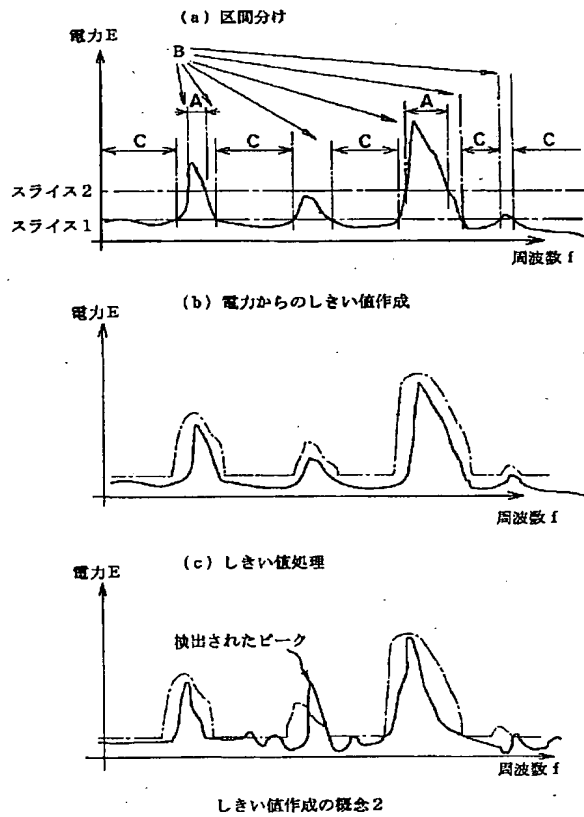
【図7】



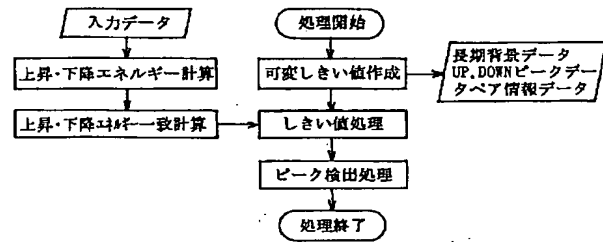
【図8】



【図9】

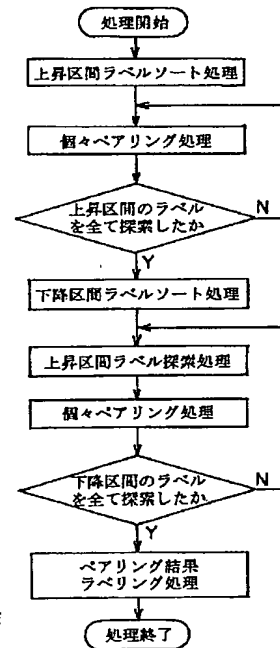


【図10】



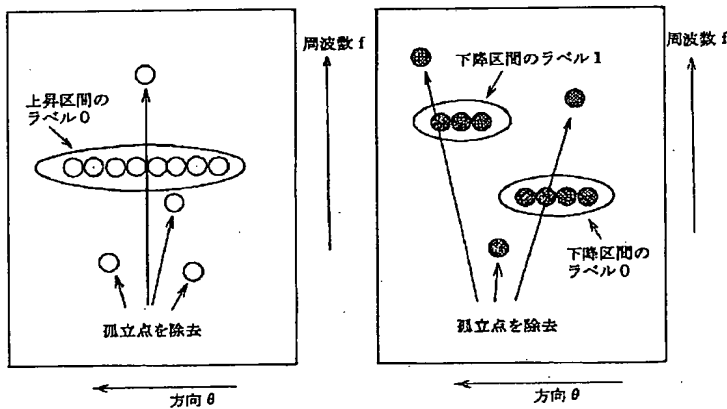
可変しきい値によるピーク検出処理のフロー

【図14】



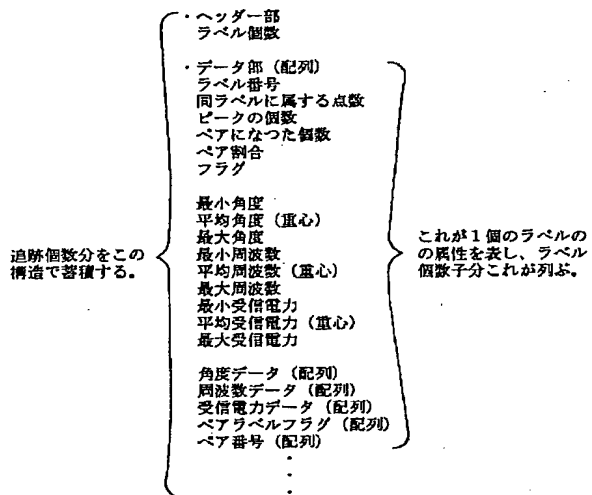
ベアリング処理

【図11】

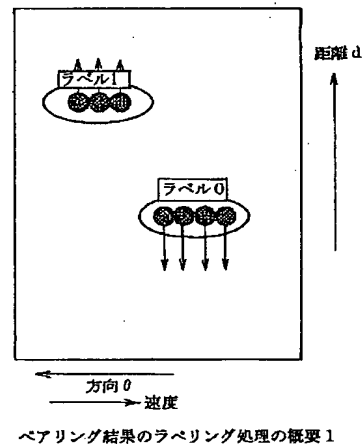


ラベル処理のイメージ

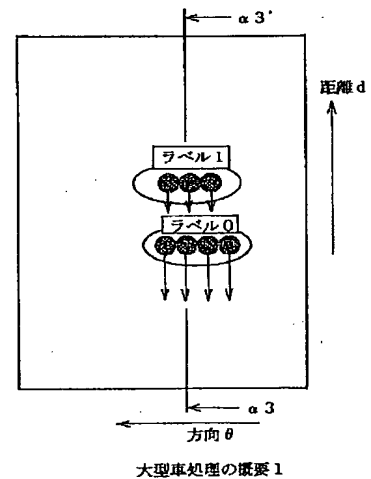
【図12】



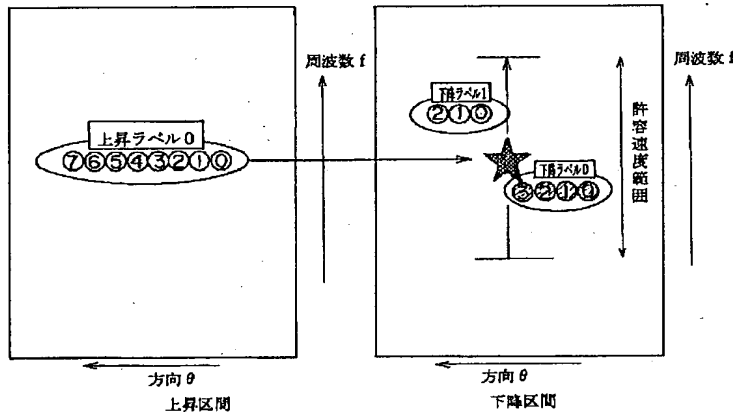
【図20】



【図21】

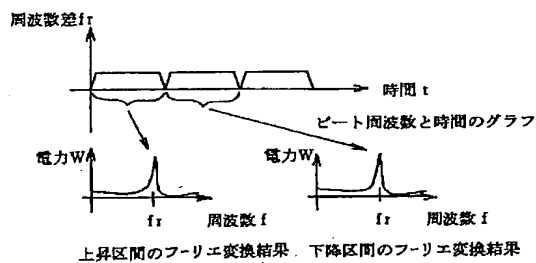


【図15】

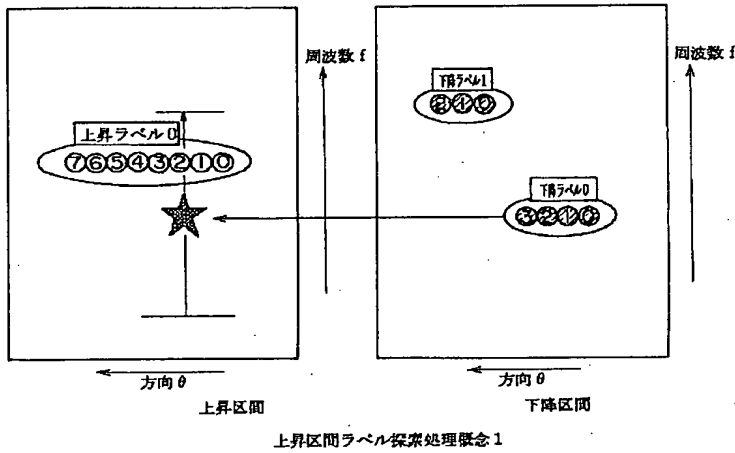


下降区間ラベル探索処理の概念

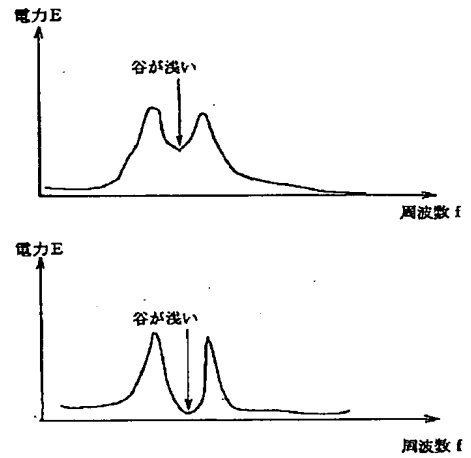
【図25】



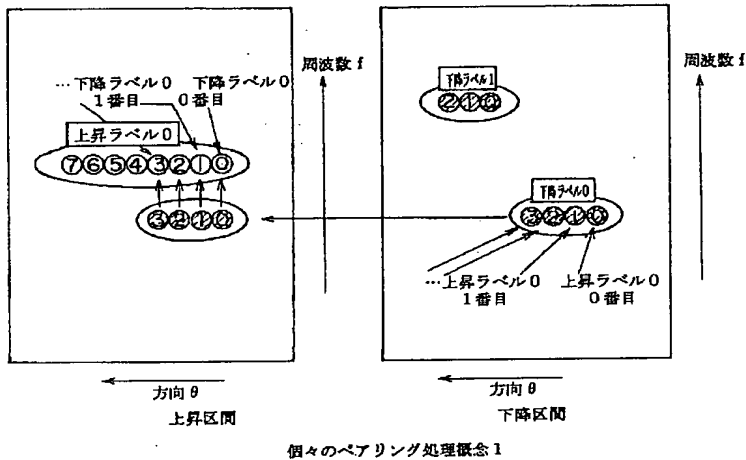
【図16】



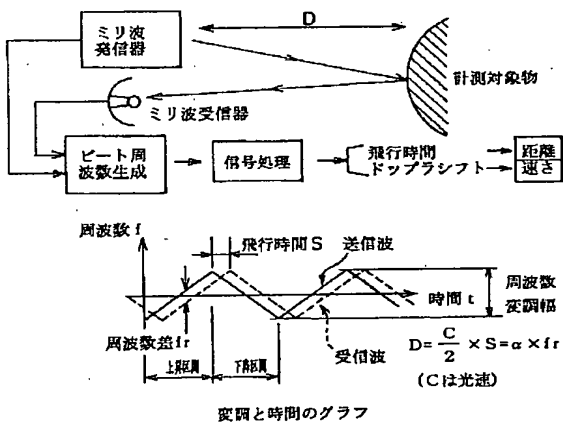
【図22】



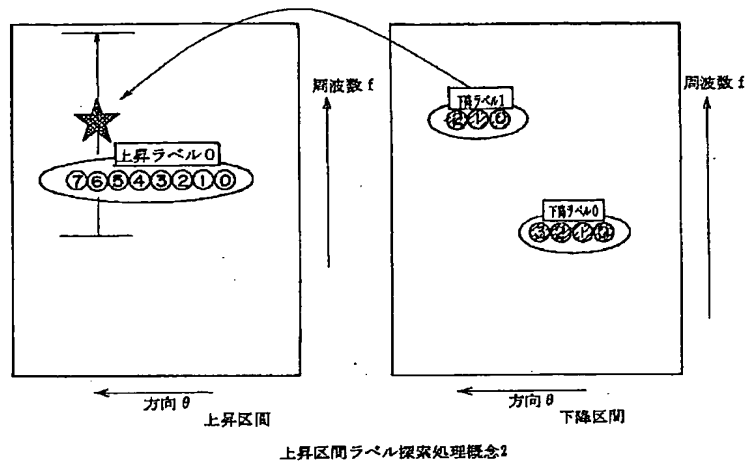
【図17】



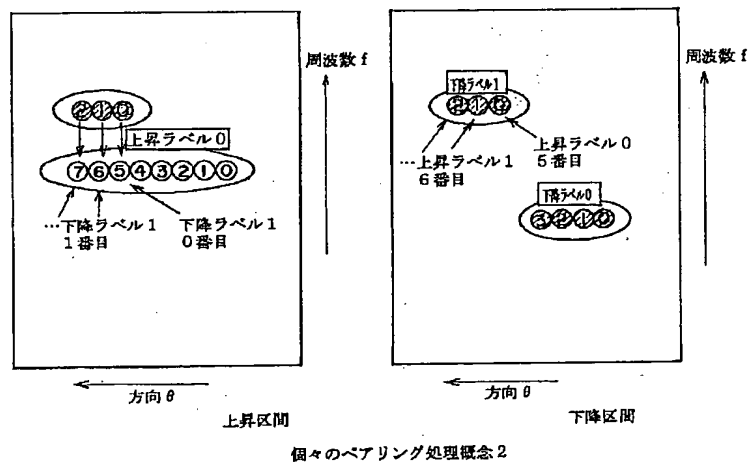
【図24】



【図18】



【図19】



【図 26】

